

14.08.00

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 8月25日

RECD 03 OCT 2000

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第238110号

WIPO PCT

出願人  
Applicant(s):

日本板硝子株式会社

55-1

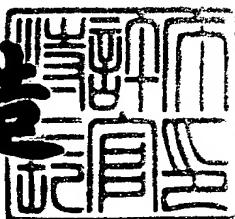
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 9月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3073489

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P99022  
【提出日】 平成11年 8月25日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 33/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 日本板硝子株式会社内  
【氏名】 大野 誠治  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004008  
【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100086645  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩佐 義幸  
【電話番号】 03-3861-9711  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 000435  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9113607  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光サイリスタ

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ダブルヘテロ構造を持ったp n p n発光サイリスタにおいて、少なくともnゲート層に近いアノード層の部分の不純物の濃度を、nゲート層の不純物の濃度より低くしたことを特徴とする発光サイリスタ。

【請求項2】

基板がp型層で、前記基板上に、p型層、n型層、p型層、n型層の順序でエピタキシャル膜層が積層されていることを特徴とする請求項1記載の発光サイリスタ。

【請求項3】

基板がn型層で、前記基板上に、n型層、p型層、n型層、p型層の順序でエピタキシャル膜層が積層されていることを特徴とする請求項1記載の発光サイリスタ。

【請求項4】

前記アノード層の不純物は、Znであることを特徴とする請求項1、2または3記載の発光サイリスタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光サイリスタ、特にp n p n構造の発光サイリスタに関する。

【0002】

【従来の技術】

ダブルヘテロ構造を持ったp n p n発光サイリスタ、すなわち図1に示すようにp型基板10を用い、このp型基板上に、p型の第1層12、p型の第2層14、n型の第3層16、p型の第4層18、n型の第5層20、n型の第6層22をエピ成長させたサイリスタは、図2に示すように、基板側のp n pトランジスタ30と基板とは反対側のn p nトランジスタ32との組み合わせであると考

えられる。すなわち、アノードが  $p\ n\ p$  トランジスタ 30 のエミッタに、カソードが  $n\ p\ n$  トランジスタ 32 のエミッタに、ゲートが  $n\ p\ n$  トランジスタ 32 のベースにそれぞれ相当する。それぞれのトランジスタ 30, 32 の電流増幅率の組み合わせによって、サイリスタの保持電流などが決まる。すなわち、保持電流を小さくするには、それぞれのトランジスタの電流増幅率を大きくする必要がある。電流増幅率  $\alpha$  は、エミッタ注入効率  $\gamma$ 、輸送効率  $\beta$ 、コレクタ接合などれ増倍率  $M$ 、固有コレクタ効率  $\alpha^*$  の積で与えられる。このうち、エミッタ注入効率  $\gamma$  を大きくするためには、エミッタの不純物濃度はベースの不純物濃度よりも高く設計される。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところが、 $p$  型不純物である  $Zn$  の拡散速度は非常に速く、エピ成膜中にも  $n$  型の層に拡散していき、 $n$  型不純物を補償してしまう。このため、アノード層（第1層 12 および第2層 14）の  $Zn$  濃度が  $n$  ゲート層（第3層 16）の不純物  $Si$  の濃度よりも大きいと、界面付近の  $Si$  がほとんど補償されてしまい、トランジスタの輸送効率  $\beta$  を下げてしまう。また、非発光中心を作り、発光効率低下を招くという問題がある。

## 【0004】

本発明の目的は、このような問題を解決した発光サイリスタを提供することにある。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、ダブルヘテロ構造を持った  $p\ n\ p\ n$  発光サイリスタにおいて、少なくとも  $n$  ゲート層に近いアノード層の部分の不純物の濃度を、 $n$  ゲート層の不純物の濃度より低くしたことを特徴とする。

## 【0006】

$p\ n\ p\ n$  構造の発光サイリスタが、例えば、 $p$  型基板上に、 $p$  型の第1層、 $p$  型の第2層、 $n$  型の第3層、 $p$  型の第4層、 $n$  型の第5層、 $n$  型の第6層がエピ成長されている場合、このような発光サイリスタは、基板側の  $p\ n\ p$  トランジス

タと基板とは反対側のn p nトランジスタの組み合わせである。

### 【0007】

本発明によれば、第1層、第2層の不純物濃度を、第3層の不純物濃度以下にすることにより、第3層への不純物拡散を制限する。なお、p n pトランジスタのエミッターベース接合はヘテロ接合となっているため、エミッタの不純物濃度がベースの不純物濃度よりも低くなってもエミッタ注入効率 $\gamma$ はほとんど影響を受けず、ほぼ1を保つことができる。

### 【0008】

#### 【発明の実施の形態】

### 【0009】

#### 【実施例1】

図1のp n p n構造において、第1層12、第2層14の濃度のみを変化させた発光サイリスタを作製した。表1に、基板および各層の組成、膜厚、不純物、不純物濃度を示す。

### 【0010】

【表1】

層	組成	膜厚 /nm	不純物	不純物濃度 (単位: 1/cm <sup>3</sup> )			
				①	②	③	④
第6層 22	GaAs	30	Si	3×10 <sup>18</sup>	←	←	←
第5層 20	Al <sub>0.3</sub> Ga <sub>0.7</sub> As	500	Si	3×10 <sup>18</sup>	←	←	←
第4層 18	Al <sub>0.13</sub> Ga <sub>0.87</sub> As	800	Zn	1×10 <sup>17</sup>	←	←	←
第3層 16	Al <sub>0.13</sub> Ga <sub>0.87</sub> As	200	Si	1×10 <sup>18</sup>	←	←	←
第2層 14	Al <sub>0.3</sub> Ga <sub>0.7</sub> As	500	Zn	2×10 <sup>17</sup>	2×10 <sup>18</sup>	5×10 <sup>17</sup>	1×10 <sup>18</sup>
第1層 12	GaAs	500	Zn	2×10 <sup>17</sup>	2×10 <sup>18</sup>	5×10 <sup>17</sup>	1×10 <sup>18</sup>
基板 10	GaAs		Zn				

### 【0011】

基板10は、GaAsよりなり、不純物はZnである。

### 【0012】

第1層12は、厚さ500nmのGaAsよりなり、不純物はZnである。

## 【0013】

第2層14は、厚さ500nmのAl<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asよりなり、不純物はZnである。

## 【0014】

第3層16は、厚さ200nmのAl<sub>0.13</sub>Ga<sub>0.87</sub>Asよりなり、不純物はSiである。

## 【0015】

第4層18は、厚さ800nmのAl<sub>0.13</sub>Ga<sub>0.87</sub>Asよりなり、不純物はZnである。

## 【0016】

第5層20は、厚さ500nmのAl<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asよりなり、不純物はSiである。

## 【0017】

第6層22は、厚さ30nmのGaAsよりなり、不純物はSiである。

## 【0018】

不純物濃度は、表1に示すように、4種類①, ②, ③, ④のものを作製した。表1の①～④において、第3層～第6層の不純物濃度は同じである。すなわち、第3層のSiの不純物濃度は $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 、第4層のZnの不純物濃度は $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 、第5層のSiの不純物濃度は $3 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 、第6層22のSiの不純物濃度は、 $3 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ である。一方、

①では、第1層および第2層のZnの不純物濃度を、 $2 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ とした。

②では、第1層および第2層のZnの不純物濃度を、 $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とした。

③では、第1層および第2層のZnの不純物濃度を、 $5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ とした。

④では、第1層および第2層のZnの不純物濃度を、 $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とした。

## 【0019】

明らかに、②、④の場合には、第1層、第2層の不純物濃度が、第3層のSiの不純物濃度以下にはなっていない。

#### 【0020】

以上の①～④の不純物濃度を有する発光サイリスタについて、その電流－光出力特性を調べた。得られた電流－光出力特性を図3に示す。第1、2層のZn濃度が第3層のSi濃度より十分に低い①の発光サイリスタでは、発光量が最も高くなっている。また、③の発光サイリスタでは、発光量が次に高くなっている。ところが、第1、2層のZn濃度が第3層のSi濃度と同じ、あるいは第3層のSi濃度よりも低い④、②の発光サイリスタでは、発光量が順次低くなっている。このことから、第1、2層のZn濃度を第3層のSi濃度より低く設定すれば、第1、第2層から第3層への不純物拡散が制限される結果、発光効率が低下しないことがわかる。

#### 【0021】

##### 【実施例2】

実施例1では、第1層12と第2層14の不純物（Zn）濃度を、第3層16のSi濃度より低くすると効果があることが示されたが、第1層および第2層の濃度を低下させると、これらの層の抵抗が増大し、サイリスタの性能に影響を与える。これを避けるために、図4に示すように、実施例1において第2層14を2つの層42、43に分割した発光サイリスタを作製した。各層の不純物濃度（設定濃度）は表2に示す通り設定した。分割した第2層のうち、第3層16側の上層43の濃度のみ $2 \times 10^{16} / \text{cm}^3$ と低くし、下層42は $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とした。他の層の濃度は実施例1同様である。

#### 【0022】

成長後の各層の不純物濃度を二次イオン質量分析法によって評価した結果（実測濃度）表2中に示した。評価結果によると、第2層上層43中央付近の濃度は設定値より高い $4 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ となっていることがわかった。これは成長中にZnが下層から拡散したためである。

#### 【0023】

この構造の発光サイリスタの電流－光特性は実施例1の①とほぼ同様であった

したがって第2層の第3層に近い部分の濃度が低ければ効果があることが示された。

## 【0024】

【表2】

層	組成	膜圧 /m	不純物	不純物濃度(単位: 1/cm <sup>3</sup> )	
				設定濃度	実測濃度
第6層 22	GaAs	30	Si	3×10 <sup>18</sup>	3×10 <sup>18</sup>
第5層 20	Al <sub>0.3</sub> Ga <sub>0.7</sub> AS	500	Si	3×10 <sup>18</sup>	3×10 <sup>18</sup>
第4層 18	Al <sub>0.13</sub> Ga <sub>0.87</sub> AS	800	Zn	1×10 <sup>17</sup>	1×10 <sup>17</sup>
第3層 16	Al <sub>0.13</sub> Ga <sub>0.87</sub> AS	200	Si	3×10 <sup>18</sup>	3×10 <sup>18</sup>
第2上層 43	Al <sub>0.3</sub> Ga <sub>0.7</sub> AS	100	Zn	2×10 <sup>16</sup>	4×10 <sup>17</sup>
第2下層 42	Al <sub>0.3</sub> Ga <sub>0.7</sub> AS	400	Zn	2×10 <sup>18</sup>	2×10 <sup>18</sup>
第1層 12	GaAs	500	Zn	2×10 <sup>18</sup>	2×10 <sup>18</sup>
基板 10	GaAs				

## 【0025】

以上の2つの実施例では、p型基板を用いた場合を示しているが、n型基板の場合も、アノード層の不純物濃度をnゲート層の不純物濃度よりも低くすればよい。また、ここでは、拡散の起こりやすいZnについて説明したが、他種の不純物についても同様の効果がある。すなわち、第5、6層のn型不純物濃度についても適用可能である。

## 【0026】

## 【発明の効果】

本発明によれば、ダブルヘテロ構造を持ったp n p n発光サイリスタにおいて、少なくともnゲート層に近いアノード層の部分の不純物の濃度を、nゲート層の不純物の濃度より低くしているので、アノード層の不純物がnゲート層へ拡散するのが制限されるので、発光効率の低下を抑えることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

p n p n発光サイリスタの構造の第1の実施例を示す図である。

【図2】

p n p n発光サイリスタの等価回路図である。

【図3】

発光サイリスタの電流-光出力特性を示す図である。

【図4】

p n p n発光サイリスタの構造の第2の実施例を示す図である。

【符号の説明】

1 0 p型基板

1 2 p型の第1層

1 4 p型の第2層

1 6 n型の第3層

1 8 p型の第4層

2 0 n型の第5層

2 2 n型の第6層

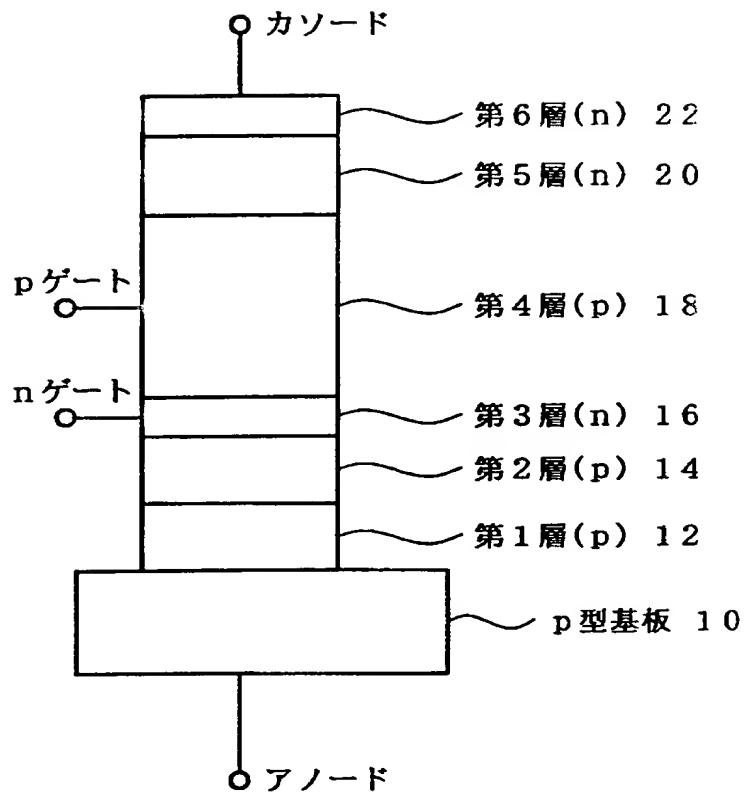
3 0 p n pトランジスタ

3 2 n p nトランジスタ

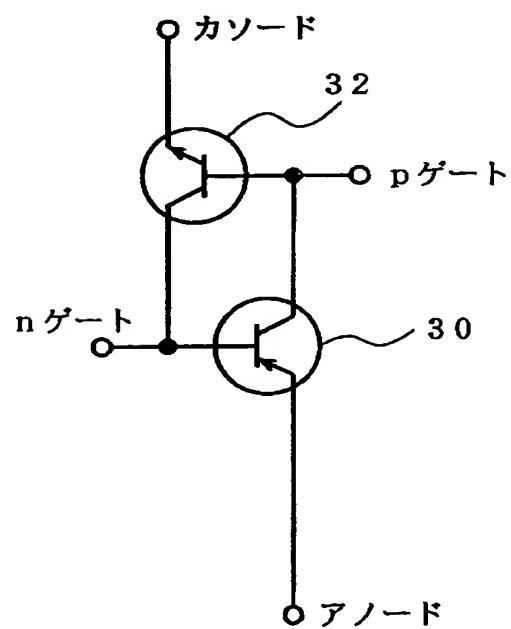
4 2, 4 3 第2層の分割層

【書類名】 図面

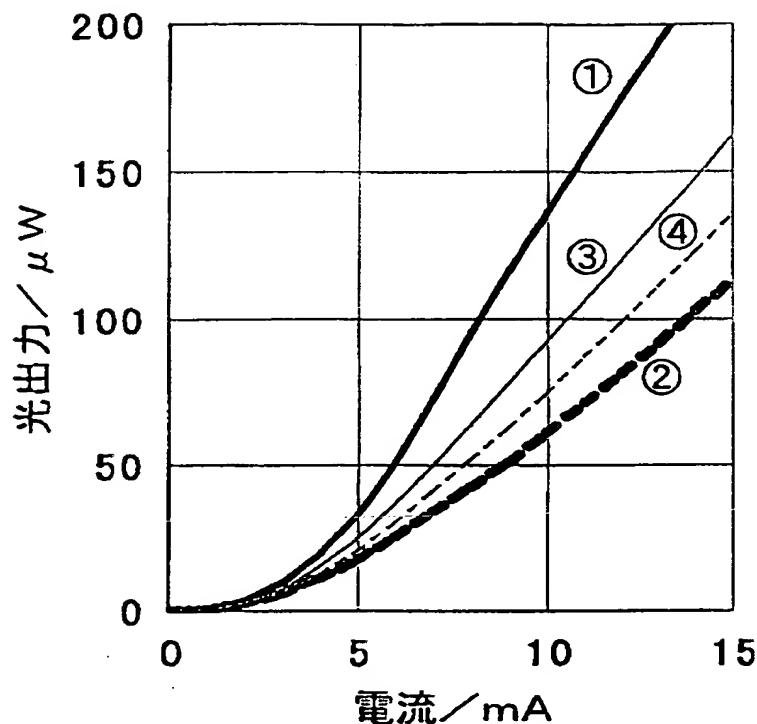
【図1】



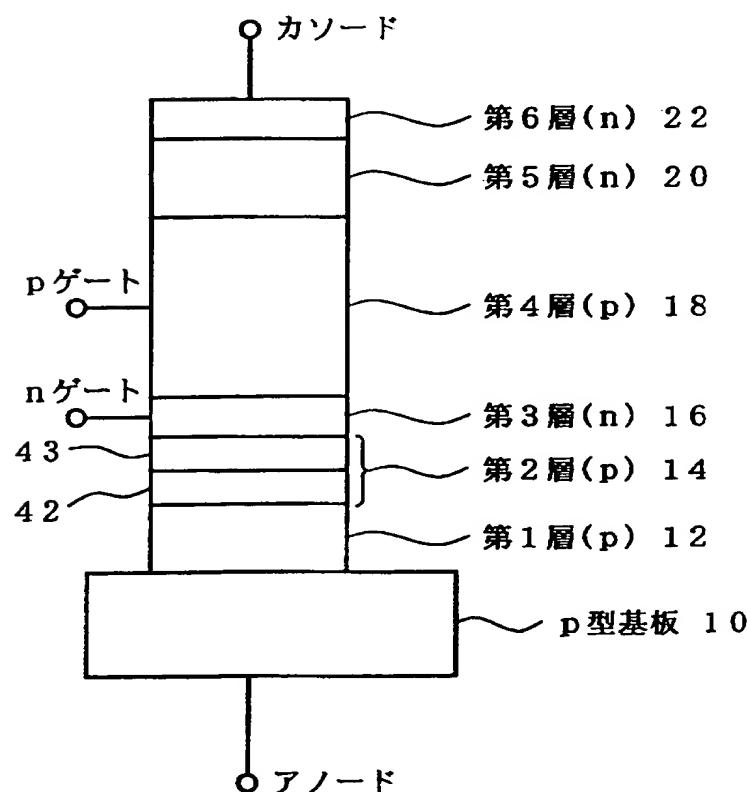
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ダブルヘテロ構造を持ったpnpn発光サイリスタにおいて、発光効率の低下を抑える。

【解決手段】 基板10は、GaAsよりなり、不純物はZnであり、第1層12は、厚さ500nmのGaAsよりなり、不純物はZnであり、第2層14は、厚さ500nmのAl<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asよりなり、不純物はZnであり、第3層16は、厚さ200nmのAl<sub>0.13</sub>Ga<sub>0.87</sub>Asよりなり、不純物はSiである。第2層のZnの濃度を $2 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ とし、第3層のSiの濃度 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ よりも低くする。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004008]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号  
氏 名 日本板硝子株式会社

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**